

HEURSEN, Ayline; SCHREITER, Saskia; REINHOLD, Frank; VAN DOOREN, Wim; BOELS, Lonneke; ABT, Martin; ALEXANDER, Anita; SEKER, Vuslat & VOGEL, Markus
Heidelberg, Schwäbisch Gmünd, Freiburg, Leuven, Utrecht

Entwicklung von Eye-Tracking Vignetten zu systematischen Fehlern bei der Interpretation statistischer Graphen

Daten analysieren und interpretieren zu können stellt eine wichtige Fähigkeit in der heutigen Gesellschaft dar. Unter dem Begriff der statistical literacy werden die Fähigkeiten als Kernkompetenzen für das 21. Jahrhundert beschrieben (Friedrich et al., 2024). Um Daten und deren Verteilung sinnvoll zu analysieren und zu interpretieren, werden sie oft in statistischen Graphen, wie Histogramme, Boxplots und Dotplots visualisiert (Garfield & Ben-Zvi, 2008). Wissenschaftliche Untersuchungen belegen jedoch, dass es beim Interpretieren statistischer Datenverteilungen bei bestimmten statistischen Graphen zu systematischen Fehlern kommt (Boels et al., 2024; Lem et al., 2013). Diese systematischen Fehlinterpretationen beruhen meist auf Schwierigkeiten mit statistischen Konzepten (z.B. Lage- und Streuungsmaße) und deren Visualisierung in den Graphen (Boels et al., 2024; Lem et al., 2013). In den letzten Jahren wurden mittels Eye-Tracking-Studien Daten über Blickbewegungen von Schüler*innen gewonnen, die Einblicke in die systematischen Fehler bei der Interpretation statistischer Graphen und die zugrundeliegenden konzeptuellen Schwierigkeiten ermöglichen (Abt et al., 2024; Boels et al., 2024; Schreiter & Vogel, 2024).

Ziel des Projektes "Eye-teach-stats" ist es, angehende Mathematiklehrkräfte hinsichtlich ihres fachlichen und didaktischen Wissens im Bereich des Vergleichs statistischer Daten zu fördern. Dazu werden Vignetten entwickelt, die auf den Erkenntnissen aus den Eye-Tracking Studien (Abt et al., 2024; Boels et al., 2024; Schreiter & Vogel, 2024) zu Lösungsprozessen von Schüler*innen beim Datenverteilungsvergleich basieren.

Vignettenbasiertes Lernen nach dem 4C/ID Modell

In der fachdidaktischen Forschung spielt das vignettenbasierte Lernen eine prominente Rolle und wird in verschiedenen Bereichen der Lehrkräfteausbildung wie dem Lehramtsstudium und dem Vorbereitungsdienst eingesetzt (Benz, 2020). Dabei werden den Lernenden realitätsnahe Lehr- und Lernsituationen präsentiert, deren Bewältigung komplexe Kompetenzen erfordern. Zu solchen komplexen Kompetenzen gehört das Erkennen von und der Umgang mit systematischen Fehlern und den zugrundeliegenden konzeptuellen Schwierigkeiten.

Das Four-Component Instructional Design (4C/ID) Modell bietet einen Ansatz zur Gestaltung von Lernmaterialien wie Vignetten, die auf die Vermittlung komplexer Kompetenzen abzielen (Kreutz et al., 2020). Das Modell besteht aus den vier Komponenten *Lernaufgaben*, *unterstützende Informationen*, *prozedurale Informationen*, und dem *Üben von Teilaufgaben* (van Merriënboer, 2020). Im Projekt "Eye-teach-stats" werden Eye-Tracking Vignetten nach dem 4C/ID Modell entwickelt und evaluiert.

Eye-Tracking Vignetten zu systematischen Fehlern beim Interpretieren statistischer Graphen

Eye-Tracking Vignetten stellen eine neue und innovative Art von Vignetten dar, die visuelle und verbale Äußerungen von Schüler*innen kombinieren. Ausgangspunkte der Eye-Tracking Vignetten sind realitätsnahe Situationen, in denen angehende Lehrkräfte gefordert sind, systematische Fehler und deren zugrundeliegenden konzeptuellen Schwierigkeiten zu diagnostizieren. In diesem Kontext übernehmen sie die Rolle von Lehrkräften, die beobachten, dass ein*e Schüler*in einen systematischen Fehler macht. Die systematischen Fehler und zugrundeliegenden konzeptuellen Schwierigkeiten werden in den Vignetten durch Eye-Tracking Daten repräsentiert. Diese Daten zeigen, die Blickbewegungen von Schüler*innen und offenbaren welche Elemente des statistischen Graphens sie betrachten. Ergänzend dazu werden verbale Äußerungen der Schüler*innen integriert. Dadurch wird ein umfassendes Bild des Interpretationsprozesses und der möglichen konzeptuellen Schwierigkeiten vermittelt.

Innerhalb der Vignetten werden Lernaufgaben gestellt, deren Bearbeitung umfassendes Wissen und Fähigkeiten erfordern und Lernende mit konkreten Erfahrungen konfrontieren (van Merriënboer, 2020). Entsprechend beziehen sich die Lernaufgaben auf das Erkennen und den Umgang mit bestimmten systematischen Fehlern und die zugrundeliegenden konzeptuellen Schwierigkeiten, die in bestimmten Situationen bei der Interpretation einer Datenverteilung in einem statistischen Graphentyp auftreten. Die Lernaufgaben sollen die angehenden Lehrkräfte dazu anregen die dargestellten Lösungsprozesse der Schüler*innen zu reflektieren. Innerhalb der Vignetten werden die Lernaufgaben in verschiedene Teilaufgaben unterteilt, die in sequenzieller Form bearbeitet werden.

Abbildung 1 zeigt eine Teilaufgabe einer solchen Lernaufgabe. Der Inhalt dieser Lernaufgabe bezieht sich auf einen systematischen Fehler bei der Bestimmung des Mittelwerts aus einem Dotplot, bei dem der Mittelwert der Häufigkeiten anstatt der Datenwerte bestimmt wird. Auf der linken Seite der Abbildung sind die Eye-Tracking Daten in Form eines Bildes dargestellt,

begleitet von einem Kommentar, der die Antwort des Schülers auf die im Bild gezeigte Aufgabe wiedergibt.

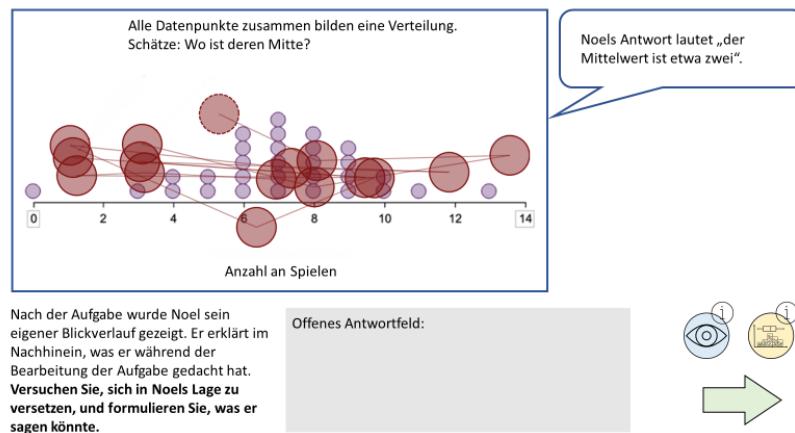


Abb. 1: Teilaufgabe einer Lernaufgabe in der Eye-Tracking Vignette

Auf der unterhalb des Bildes finden sich die Aufgabenstellung der Teilaufgabe und ein Antwortfeld. Gemäß dem 4C/ID Modell nach van Merriënboer (2020) stehen Lernenden während der Bearbeitung der Vignette unterstützende und prozedurale Informationen zur Verfügung. Diese müssen jedoch aktiv aufgerufen werden. Im Beispiel aus Abbildung 1 ist diese Möglichkeit durch das Anklicken der blauen und gelben Buttons gegeben.

Die unterstützenden Informationen verbinden das Vorwissen der Lernenden mit dem Wissen, das sie zur Bearbeitung der Lernaufgabe benötigen. Für die Eye-Tracking Vignetten umfassen diese Informationen Fachwissen zum spezifischen statistischen Graphen, der in der jeweiligen Lernaufgabe verwendet wird. Im Beispiel werden entsprechend Informationen zu Dotplots gegeben. Die prozeduralen Informationen dienen dazu Routineaspekte der Aufgabe zu vermitteln. Im Umgang mit Eye-Tracking Daten gilt es weiteres Wissen über Eye-Tracking und die Darstellungsweise der Blickbewegung in der jeweiligen Vignette zu vermitteln. Die Blickbewegungen im Beispiel werden mittels eines Bildes dargestellt, bei dem die Punkte anzeigen, an welcher Stelle der Blick des Schülers verharrt (Fixationen), während die Linien die Bewegungen der Augen (Sakkaden) zwischen zwei Fixationen zeigt. Das Üben von Teilaufgaben kann den Erwerb der komplexen Kompetenzen unterstützen, die zur Diagnose der systematischen Fehler und den zugrundeliegenden konzeptuellen Schwierigkeiten erforderlich sind.

Ausblick

Die nach dem 4C/ID Modell entwickelten Eye-Tracking Vignetten werden in der Lehrkräftebildung in verschiedenen europäischen Ländern eingesetzt, auf Wirksamkeit hin evaluiert, und mittels einer Onlineplattform in verschiedenen Sprachen veröffentlicht.

Förderhinweis

Das Projekt "Eye-teach-stats" (2023-1-DE03-KA220-SCH-000158223) wird im Rahmen des Erasmus+ Programms gefördert. Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, welcher nur die Ansichten der Verfasser*innen wiedergibt, und die Kommission kann nicht für eine etwaige Verwendung der darin enthaltenen Informationen haftbar gemacht werden.

Literatur

- Abt, M., Leuders, T., Loibl, K., Strohmaier, A. R., van Dooren, W. & Reinhold, F. (2024). How can eye-tracking data be used to understand cognitive processes when comparing data sets with box plots? *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1425663>
- Benz, J. (2020). Lehren und Lernen mit Vignetten in allen Phasen der Lehrerbildung - eine Einführung. In M. E. Friesen, J. Benz, T. Billion-Kramer, C. Heuer, H. Lohse-Bossenz, M. Resch & J. Rutsch (Hrsg.), *Vignettenbasiertes Lernen in der Lehrerbildung: Fachdidaktische und pädagogische Perspektiven* (1. Auflage, S. 12–27). Beltz Juventa.
- Boels, L., Bakker, A., van Dooren, W. & Drijvers, P. (2024). Secondary school students' strategies when interpreting histograms and case-value plots: an eye-tracking study. *Educational Studies in Mathematics* (2024). <https://doi.org/10.1007/s10649-024-10351-3>
- Friedrich, A., Schreiter, S., Vogel, M., Becker-Genschow, S., Brünken, R., Kuhn, J., Lehmann, J., & Malone, S. (2024). What shapes statistical and data literacy research in K-12 STEM education? A systematic review of metrics and instructional strategies. *International Journal of STEM Education*, 11(1), <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00517-z>
- Garfield, J. B. & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing Students' Statistical Reasoning*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8383-9>
- Kreutz, J., Leuders, T. & Hellmann, K. (Hrsg.). (2020). *Professionsorientierung in der Lehrerbildung*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-25046-1>
- Lem, S., Onghena, P., Verschaffel, L. & van Dooren, W. (2013). On the misinterpretation of histograms and box plots. *Educational Psychology*, 33(2), 155–174. <https://doi.org/10.1080/01443410.2012.674006>
- Schreiter, S. & Vogel, M. (2024). Students' local vs. global views of data distributions: a cross-grade-level analysis using eye-tracking. *Educational Studies in Mathematics* (2024). <https://doi.org/10.1007/s10649-024-10352-2>
- van Merriënboer, J. J. G. (2020). Das Vier-Komponenten Instructional Design (4C/ID) Modell. In H. Niegemann & A. Weinberger (Hrsg.), *Handbuch Bildungstechnologie* (S. 153–170). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54368-9_8